

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公表特許公報 (A)

(11)特許出願公表番号

特表平9-504095

(43)公表日 平成9年(1997)4月22日

(51)Int.Cl.⁸

G 0 1 M 11/00

識別記号

庁内整理番号

9309-2G

F I

G 0 1 M 11/00

L

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 36 頁)

(21)出願番号 特願平7-505887
 (86)(22)出願日 平成6年(1994)7月28日
 (85)翻訳文提出日 平成8年(1996)1月29日
 (86)国際出願番号 P C T / U S 9 4 / 0 8 2 1 8
 (87)国際公開番号 W O 9 5 / 0 4 2 6 4
 (87)国際公開日 平成7年(1995)2月9日
 (31)優先権主張番号 0 8 / 0 9 9 , 9 6 6
 (32)優先日 1993年7月29日
 (33)優先権主張国 米国 (U S)

(71)出願人 ウェズリー ジェッセン コーポレイション
 アメリカ合衆国 イリノイ州 60610 シ
 カゴ ウェスト スーペリアー ストリ
 ト 400
 (72)発明者 エプスタイン シェルドン エル
 アメリカ合衆国 イリノイ州 60091 ウ
 イルメート ビーオーボックス 400
 (72)発明者 ゴア リチャード ジー
 アメリカ合衆国 イリノイ州 60103 バ
 ートレット フォレスト コート 812
 (74)代理人 弁理士 中村 稔 (外6名)

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 光学構成要素の検査装置

(57)【要約】

光学構成要素の特徴の高コントラスト像を形成する装置が提供される。本発明の装置においては、光は、光学構成要素を通して、イメージセンサー装置の検出器に到達する前に収束される、さらに、試験中、光学構成要素を適当な位置に保持し配置する新規なキュベットが提供される。キュベットは、光学構成要素を適当な位置に保持するのに重力を利用するため凹状湾曲内面を備えた底部分を有している。

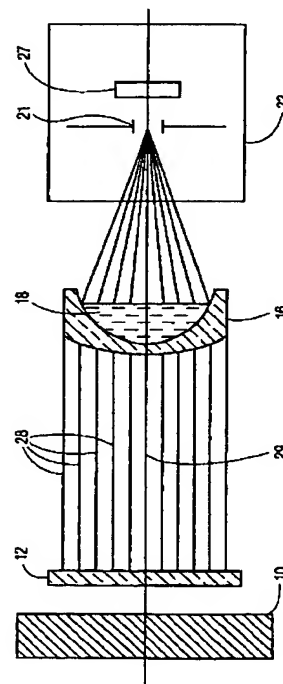


FIG. 2

【特許請求の範囲】

1. A) 光学構成要素の像を感知する、検出器を備えたイメージセンサー装置；
及び
B) 光学構成要素を通る光を、イメージセンサー装置の検出器に達する前に
収束する収束装置
を有していることを特徴とする、光学構成要素の特徴の高コントラスト像を形成する装置。
2. イメージセンサー装置が入射瞳を備え、光がイメージセンサー装置のほぼ入射瞳で収束する請求の範囲1に記載の装置。
3. 光が入射瞳をほぼ満す請求の範囲2に記載の装置。
4. 光が入射瞳を実質的過剰に満たさない請求の範囲3に記載の装置。
5. 収束装置が反射型かまたは屈折型である請求の範囲1に記載の装置。
6. 光の収束装置が、コリメートレンズを備えた屈折コリメート光源を有している請求の範囲1に記載の装置。
7. 光の収束装置が、収束レンズを備えた屈折収束光源を有している請求の範囲1に記載の装置。
8. 光の収束装置が、発散レンズを備えた屈折発散光源を有している請求の範囲1に記載の装置。
9. 光の収束装置が、光学ミラーを備えた反射コリメート光源を有している請求の範囲1に記載の装置。
10. 光の収束装置が、光学ミラーを備えた反射収束光源を有している請求の範囲1に記載の装置。
11. 光の収束装置が、光学ミラーを備えた反射発散光源を有している請求の範囲1に記載の装置。
12. 光の収束装置が、コリメート光を伝送する光源を有している請求の範囲1に記載の装置。
13. コリメート光の伝送が、多数の平行孔を備えた部材を利用して行われる請求の範囲12に記載の装置。
14. 多数の平行孔が、暗色の内壁によって形成される請求の範囲13に記載の装置

。

15. 多数の平行孔が、不透明な材料から成る内壁によって形成される請求の範囲13に記載の装置。

16. 多数の平行孔が、光吸収性材料から成る内壁によって形成される請求の範囲13に記載の装置。

17. 内壁が、黒色不透明ガラスから成る内壁によって形成される請求の範囲16に記載の装置。

18. 多数の平行孔が、30 : 1 またはそれより大きいアスペクト比をもつ請求の範囲13に記載の装置。

19. 多数の平行孔の直径が10~30 μm の範囲である請求の範囲13に記載の装置。

20. 多数の平行孔が、高さ1~2 mm の範囲、直径10~30 μm の範囲の円筒形である請求の範囲13に記載の装置。

21. イメージセンサー装置が、光の収束装置及び光学構成要素のそれぞれの軸線とほぼ同軸となるように光の収束装置及び光学構成要素と光学的に整列される請求の範囲1に記載の装置。

22. イメージセンサー装置が、像信号を発生するビデオカメラを備えている請求の範囲1に記載の装置。

23. ビデオカメラが、個々のセンサーのアレイを含むイメージセンサーを有し、各個々のセンサーが光エネルギーを電気エネルギーに変換できる請求の範囲22に記載の装置。

24. 光をコリメートする装置が、内壁で形成された平行孔をもつ部材を有し、平行孔の数がイメージセンサー装置における個々のセンサーの数より多い請求の範囲23に記載の装置。

25. さらにビデオカメラから受けた像信号を分析する電子像形成装置を有し、上記電子像形成装置が、光学構成要素に現れる特徴に相応したビデオカメラからの信号における像特性を検出する装置を備えている請求の範囲22に記載の装置。

26. 光学構成要素が、透明材料から成る底部分を備えたキュベット内に収容される請求の範囲1に記載の装置。

27. キュベットの底部分が樹脂製である請求の範囲26に記載の装置。
28. キュベットの底部分が凹状内面を備えている請求の範囲26に記載の装置。
29. キュベットの底部分の凹状内面が、底部分の凹状内面に密接するようにされる光学構成要素の特定表面の曲率半径に少なくとも等しい曲率半径をもつ請求の範囲28に記載の装置。
30. キュベットの底部分が更に、底部分の凹状内面に隣接した凸状外面を備え、収束された光の像がイメージセンサー装置の入射瞳をほぼ満たすようにこの凸状外面の幾何学形状を選択した請求の範囲28に記載の装置。
31. 光学構成要素が、キュベットに入れた流体に浸される請求の範囲30に記載の装置。
32. 検査すべき光学構成要素がコンタクトレンズである請求の範囲1～4、12、21～23または26～31のいずれか一項に記載の装置。
33. 検査すべき光学構成要素がコンタクトレンズである請求の範囲13～20または24～25のいずれか一項に記載の装置。
34. 凹状湾曲内面を備えた底部分を有し、凹状湾曲内面が、底部分の凹状内面に密接するようにされる光学構成要素の特定表面の曲率半径に等しいまたはそれより大きい曲率半径をもつことを特徴とする光学構成要素を適当な位置に保持し配置するキュベット。
35. 凹状内面を備えた底部分を有し、底部分が透明材料から成ることを特徴とする光学構成要素を適当な位置に保持し配置するキュベット。
36. 底部分が樹脂材料から成る請求の範囲35に記載のキュベット。
37. 底部分の凹状内面が、底部分の凹状内面に密接するようにされる光学構成要素の特定表面の曲率半径に等しいまたはそれより大きい曲率半径をもつ請求の範囲35に記載のキュベット。
38. 流体を収容できる請求の範囲37に記載のキュベット。
39. 光学構成要素がコンタクトレンズである請求の範囲34～38のいずれか一項に記載のキュベット。
40. 光学構成要素を通して検出器を備えたイメージセンサー装置に向って収束光

を伝送し、イメージセンサー装置の検出器に到達する前に光を収束して光学構成要素の特徴の高コントラスト像を形成する方法。

41. イメージセンサー装置が入射瞳を備え、光がイメージセンサー装置のほぼ入射瞳で収束する請求の範囲40に記載の方法。

42. 光学構成要素を通して検出器を備えたイメージセンサー装置に向って収束光を伝送し、イメージセンサー装置の検出器に到達する前に光を収束してイメージセンサー装置上に光学構成要素の特徴の高コントラスト像を形成することから成る光学構成要素の検査方法。

43. イメージセンサー装置が入射瞳を備え、光がイメージセンサー装置のほぼ入射瞳で収束する請求の範囲42に記載の方法。

44. 検査すべき光学構成要素を通してイメージセンサー装置に向ってコリメート光を伝送し、イメージセンサー装置上に光学構成要素の特徴の高コントラスト像を形成することから成る光学構成要素の特徴の高コントラスト像の形成方法。

45. 検査すべき光学構成要素を通してイメージセンサー装置に向ってコリメート光を伝送し、イメージセンサー装置上に光学構成要素の特徴の高コントラスト像を形成することから成る光学構成要素の検査方法。

46. 不透明ガラスから成る構造体における多数の平行孔を通して光を伝送し、構造体を離れて検査すべき光学構成要素を通り、そしてイメージセンサー装置に向って光を通し、イメージセンサー装置上に光学構成要素の特徴の高コントラスト像を形成することから成る光学構成要素の検査方法。

47. 不透明な構造体が暗色不透明ガラスから成る請求の範囲46に記載の方法。

48. 光学構成要素がコンタクトレンズである請求の範囲40～43のいずれか一項に記載の方法。

49. 光学構成要素がコンタクトレンズである請求の範囲44～47のいずれか一項に記載の方法。

50. 光学構成要素が眼内レンズである請求の範囲 1～4、12、21～23または25～31のいずれか一項に記載の装置。

51. 光学構成要素が眼内レンズである請求の範囲13～20または24のいずれか一項

に記載の装置。

52. 光学構成要素が液体に浸される請求の範囲48に記載の方法。

53. イメージセンサー装置がカメラから成る請求の範囲 1～4、12、21～23または25～32のいずれか一項に記載の装置。

54. 請求の範囲40～43のいずれか一項に記載の方法に従って検査された光学構成要素。

55. 請求の範囲40～43のいずれか一項に記載の方法に従って検査されたコンタクトレンズ。

【発明の詳細な説明】

光学構成要素の検査装置

発明の分野

本発明は光学構成要素の検査装置に関するものである。検査すべき光学構成要素にはコンタクトレンズ、眼鏡レンズ、眼内レンズなどのような眼用光学構成要素を含み得る。

発明の背景

本発明の主目的は、コンタクトレンズを検査する装置を提供することにある。本発明より前には、コンタクトレンズのような光学構成要素は光学的コンパレータのような投影型装置を用いてマニュアルでしばしば検査されてきた。人の介在が必要であるマニュアル検査装置は、余りにも遅く、検査員が偏った判断をしがちでありしかも検査員によって検査結果が異なるため、高速製造には不向きである。

自動検査に対する主な障害は、コンタクトレンズのような光学構成要素の高コントラスト像を作ることができず、カット、エッジ、傷、裂け目及びかけ目のような特徴を容易に検出し測定できないことにある。特に、全光学構成要素の高コントラスト像を得ることは困難であった。この明細書で用語“特徴”は、レンズ及びレンズ境界のある一定の形状的特性のような有益な特徴と、傷、裂け目及びかけ目のような有害な特徴の両方を含むものとする。

コンタクトレンズ及び眼鏡レンズのような光学構成要素の高コントラスト像を得ることの主な困難さは、それら光学構成要素が透明である点である。さらに、塩水のような流体に浸したままでなければならぬ“ヒドロゲル”と呼ばれる水和コンタクトレンズのようなある光学構成要素の場合には、高コントラスト像の形成はさらに複雑となる。すなわち、光学構成要素と溶液との屈折率が近いため、それらの境界はほとんど見えない。従って、光学構成要素の像は低コントラストのものとなる。

ヒドロゲルを検査する際の別の困難さは、検査中にヒドロゲルを一定位置に保つことができず、小さな特徴の大きさよりおおきく動くことにある。従って、全

ヒドロゲルの高コントラスト像を形成して像形成装置により一秒の何分の一かで像を捕らえることができるようにすることが重要である。

本発明で解決すべき別の問題は、人を介在せずに光学構成要素を検査に適した位置に保持する問題にある。実際、自動化装置においては、実際に自動化検査中に光学構成要素を照射するのに用いられる光学系の一部である位置決め装置を設けることは重大となり得る。

発明の概要

本発明の新規の検査装置は、光学構成要素の透明性にもかかわらず、光学構成要素を通して光を収束することにより光学構成要素の特徴の高コントラスト像を形成するという驚くべき発見に基づいている。特に、本発明の検査装置は、

(A) 光学構成要素の像を感知する、検出器を備えたイメージセンサー装置；及び

(B) 光学構成要素を通る光を、イメージセンサー装置の検出器に達する前に収束する装置を有している。

光を収束する装置は“収束光”を供給するのに用いられる。“収束光”は、光線の方向がそれらの通路に像を形成するような方向である光である。収束光は、収束光の光線の通路に沿った試験中の光学構成要素における所与点が実質的に単一の幾何学的光線と交差し、イメージセンサー装置で感知した像に対して試験中の光学構成要素と交差する光線の実質的に一对一の写像が行われる点で分散光と区別される。

好ましくは、収束光は試験すべき光学構成要素を通して伝送され、実質的にイメージセンサー装置の入射瞳で収束するようにされる。また、光はイメージセンサー装置の入射瞳を実質的に満たすのが好ましくし、しかも好ましくは光は実質的にイメージセンサー装置の入射瞳を過剰に満たさない。さらに好ましくは、光は入射瞳を実質的に満たす前に試験中の光学構成要素を完全に照射するのが好ましい。

好ましい実施例においては、光を収束する装置は、イルミネータ（任意の光源）及びコリメート孔構造体を備えたコリメート光源から成り得る。

別の実施例においては、光を収束する装置は、イルミネータ（任意の光源）及

びコリメートレンズを備えた屈折コリメート光源から成り得る。また収束光を送る装置はイルミネータ（任意の光源）及び光学ミラーを備えた反射コリメート光源から成り得る。

さらに別の実施例においては、光を収束する装置は、イルミネータ（任意の光源）及び収束レンズを備えた屈折収束光源、またはイルミネータ（任意の光源）及び光学ミラーを備えた反射収束光源から成り得る。

さらにまた、光を収束する装置は、イルミネータ（任意の光源）及び発散レンズを備えた屈折発散光源、またはイルミネータ（任意の光源）及び光学ミラーを備えた反射発散光源から成り得る。

また本発明は、検査中、光学構成要素を適当な位置に保持し配置する新規の容器またはキュベットを提供する。本発明のキュベットは、光学構成要素を適当な位置に保持するのに重力を利用する凹状湾曲内面を備えた底部を有している。本発明の検査装置を使用する場合、キュベットの底部は透明材料から成る。

本発明はさらに、検査すべき光学構成要素を通してイメージセンサー装置に光を収束してイメージセンサー装置上に光学構成要素の特徴の高コントラスト像を形成する装置を用いた光学構成要素の特徴の高コントラスト像を形成する新規の方法を提供する。好ましい実施例では収束光はコリメート光である。

本発明はまた、検査すべき光学構成要素を通してイメージセンサー装置の検出器に到達する前に光を収束してイメージセンサー装置上に光学構成要素の特徴の高コントラスト像を形成する装置を用いた光学構成要素の特徴の高コントラスト像を形成する新規の方法を提供する。

以下本発明について詳細に説明する。しかしながら、ここに記載する実施例は単に例示のためであり、別の実施例は当業者に明らかとなろう。

図面の説明

第1図は、コリメート孔構造体を使用した好ましい実施例における検査装置の形態を示す本発明の検査装置の概略図であり、この図面もその他の図面も一定の縮尺で示されてない。

第2図は、第1図に概略的に示す好ましい実施例における収束光の通路を示す本発明の検査装置の線図である。

第3a図は第1図において使用したコリメート孔構造体(12)の頂面図であり、第3b図は側面図であり、これらの図面は一定の縮尺で示されてなく、また第3a図における孔の数及び寸法は概略的な例示目的のためだけである。

第4図は、第3a図に示すコリメート孔構造体(12)の孔(8)の幾つかの断面図である。

第5図は、幾つかの特殊な測定値を示す本発明のキュベットの好ましい実施例の断面図であり、このキュベットの三次元斜視図は垂直軸Vのまわりで図面を回転させることにより形成され得る。

第6図は、光を収束する装置が屈折コリメート光源から成る実施例を示す本発明の検査装置の線図である。

第7図は、光を収束する装置が屈折収束光源から成る実施例を示す本発明の検査装置の線図である。

第8図は、光を収束する装置が屈折発散光源から成る実施例を示す本発明の検査装置の線図である。

第9図は、光を収束する装置が反射コリメート光源から成る実施例を示す本発明の検査装置の線図である。

第10図は、光を収束する装置が反射収束光源から成る実施例を示す本発明の検査装置の線図である。

第11図は、光を収束する装置が反射発散光源から成る実施例を示す本発明の検査装置の線図である。

発明の詳細な説明

本発明の検査装置の好ましい実施例においては、光を収束する装置は、コリメート光を伝達する光源を包含する。特定の好ましい実施例では、光源はイルミネータ及び多数の平行孔を備えた部材、好ましくは以下に詳細に説明するコリメート孔構造体を有している。特に、第1図及び第2図を参照すると、STOCKER & YALEモデル13蛍光イルミネータのようなイルミネータ(10)は、光をコリメートする手段、本実施例ではコリメート孔構造体(12)に光を供給する。第1図を参照すると、以下に詳細に説明するスペース部材(14)はコリメート孔構造体(12)上に検査容器すなわち“キュベット”(16)を支持している。キュベット(16)

には、光学構成要素、本実施例ではコンタクトレンズ (20) の水和を維持する塩水 (18) が入っている。キュベット (16) は、塩水 (18) 及びコンタクトレンズ (20) を入れる他に、コンタクトレンズ (20) を介してコリメート孔構造体 (12) によってコリメートされた別の収束光に対して工夫されている。そしてその光は光学構成要素の像を感知するイメージセンサー装置に到達する。イメージセンサー装置は入射瞳 (21第2図) 及び検出器 (27第2図) を備えている。好ましくは、イメージセンサー装置の検出器はCCD アレイ (27第2図) である。好ましい実施例では、イメージセンサー装置はカメラ、好ましくはビデオカメラ (22) を備え、このカメラとしては、カメラレンズ (24第1図) に結合されたSONY XC77RR 電荷結合素子 (CCD) ビデオカメラを挙げることができ、カメラレンズは好ましくは、入射瞳 (21第2図) を備えたNIKON 60mm MICRO-NIKKOR レンズである。この実施例では、光学的特徴は、“暗” 視野に相対した“明” 視野に投影される。そして像は電子像形成装置 (26第1図) に伝達される。

入射瞳

レンズ (例えば本発明のイメージセンサー装置のレンズ) の入射瞳は、レンズの対物側から現れるので開口絞りの像であると理解される。NIKON 60mm MICRO-NIKKORレンズでは、開口絞りはf数を制御する調整可能なアイリスである。ここで、NIKON 60mm MICRO-NIKKOR レンズの入射瞳はこのレンズのアイリスの像である。入射瞳に入らない光線はイメージセンサー装置の像平面に達しない。従って、できるだけ明るくて様な像を形成するために、入射瞳を満たす寸法に対し大きすぎや小さすぎないようにするのが好ましい。第2図を参照すると、本発明に従って収束した光の形態であるコリメート光 (28) は好ましくは、イメージセンサー装置 (22) のほぼ入射瞳 (21) で収束する。これは入射瞳を“介して”の光の収束と記載され得る。

照射が収束ビームでない従来の像形成装置と違って、イメージセンサー装置の開口絞りは、光源が入射瞳を通して適当に収束されない場合には、視野を著しく制限する視野絞りとしても機能し得る。本発明においては、適切な収束は、光源で使用了光学系及び内部に溶液の入ったキュベットの光学特性の結合した効果により達成される。

本発明に従って収束光が使用される時には、像の点と物体からの光線との間に唯一の写像が存在して像の点と物体からの光線とが実質的に一対一に対応するようになるのが好ましいが、そうである必要はない。この関係は像のコントラストを高める。

光のコリメート装置

特殊な好ましい実施例においては、光をコリメートする装置は、平らな表面に数千個の平行な小孔を備えた不透明材料の円盤を有する。好ましい材料としては光を吸収する暗色ガラスであるが、黒色ガラスが非常に好ましい。暗色ガラスでは、それぞれの孔の内壁は暗色であり、従って光を吸収し、出ていく光線を分散させる内部反射を低減する。好ましい実施例においては、それぞれの孔の内壁は黒色であり、また各孔の直径は、(孔が非円形であってもよい最適な円を仮定して) 厚さ1~2mmの円盤においては好ましくは10~30 μ mである。孔のアスペクト比(孔の長さとの比)は好ましくは30:1又はそれより大きい。

光をコリメートする装置は、好ましい実施例では、直径ほぼ20mm、厚さ2mmの黒色不透明ガラスのコリメート孔構造体(12)第3図から成っている。さらに好ましい実施例では、直径ほぼ20 μ mの600,000個の平行な孔を、円盤の面に垂直に貫通させて配列することが見込まれる。不透明なガラスの光学密度は少なくとも65Db/mmである。孔の開口面積は面の表面面積の60%であるとされる。このような構造体はしばしば“コリメート孔構造体”と呼ばれる。本発明において使用する好ましいコリメート孔構造体は、カリフォルニア州キャンベルPartNo.781-0009のCollimated Holes, Inc.で製造されたものである。第3図及び第4図を参照すると、好ましいコリメート孔構造体(12)の孔(8)は黒色の内壁(9第4図)を備え、そして不透明な光吸収材料、例えば黒色不透明ガラスから成っている。

カメラ

本発明で使用する好ましいビデオカメラ(22)は個々のセンサーの2/3インチCCDアレイ(27)を備えており、各センサーは光エネルギーを電気エネルギーに変換することができる。CCDアレイ(27)は個々のセンサーの493個の水平列を備えている。各水平列には768個のセンサーが配列されている。従ってアレイ全

体では378,264個のセンサーが含まれており、これはこの実施例では光をコリメートするのに用いられる孔の数のほぼ63%に相当する。カメラは毎秒30個のフレームすなわち像を発生する。従ってこの実施例では、光をコリメートする装置は、イメージセンサー装置がアレイにおける個々のセンサーを備えているより多数の孔を備えている。カメラは光学構成要素の像を写すビデオモニタ又は、電子像形成装置（26第1図）に接続され、電子像形成装置はカメラ（22）から受けた像電気信号を自動的に分析することができる。

本発明に従って光を収束する装置を用いずにビデオカメラを用いてコンタクトレンズの像を形成すると、カット、エッジ、傷、裂け目及びかけ目のような特徴を検出したり測定することは非常に困難であるか不可能である。光を収束する装置、例えばコリメート光構造体（12）を用いることにより、光学構成要素の像のコントラストの強い部分は光学構成要素における特徴に対応する。従って像におけるコントラストの強い領域と光学構成要素における特徴が1：1の対応で現れることになる。

電子像形成装置

本発明の好ましい実施例はさらにイメージセンサー装置を有し、このイメージセンサー装置は、カメラ（22）から受けた像信号を分析する電子像形成装置（26第1図）と結合され、この電子像形成装置は、光学構成要素に現れる所与特徴に対応する“像特性”を像信号から検出する装置を有している。例えば、8ビット電子像形成装置（例えばEPIX Model 10像形成ボードを含むものような）が用いられる場合には、この明細書で使用する用語“像特性”は像における各グレイレベルに割り当てられる0～255の範囲の値を構成するすることができる。光を収束する装置（例えばコリメート光構造体（12））なしでは、特徴によって生じるグレイレベルの差は通常約10グレイレベルの範囲内であった。像を横切った光の変動がほぼ同じ大きさであり得るので、特徴を正確に検出し測定することは不可能であった。本発明に従って光を収束する装置を用いた場合には、20グレイレベル以上の差をもつ特徴の高コントラスト像が容易に得られる。これにより特徴を正確に検出し測定することができるようになる。

イルミネータ

本発明における好ましいイルミネータとしてはSTOCKER & YALEモデル13蛍光イルミネータを選択した。その理由としては蛍光イルミネータはフリッカーのないイルミネータとして毎秒30個のフレームのフレーム速度でカメラ（22）に現れる20Khzのバラストを含んでおり、従って像におけるビデオ“ハム”バーの発生を防止するからである。またその光は、熱含有量が低く、検査すべきコンタクトレンズに対する損傷を防止できる。本発明において使用されるべき光は必ずしも可視光スペクトルの範囲内の光である必要はなく、他の形態の光線、例えば赤外光も含まれ得る。

キューベット

本発明は、検査中光学構成要素を適当に保持する容器すなわちキューベット(16)を提供する。第5図を参照すると、本発明のキューベット（16）は底部分（30）を有し、この底部分（30）は、重力を利用して光学構成要素をキューベットの中央に保持する凹状内面（31）を備えている。好ましくは、凹状内面（31）の凹曲面は、光学構成要素を配置するために、置かれた光学構成要素にかかる重力が最大となるような曲率半径をもっている。（光学構成要素は第5図には示されていない。）凹状内面（31）の曲率半径は好ましくは、キューベット（16）の凹状内面（31）に密着するようにされる光学構成要素の特定表面の曲率半径に等しいかまたはそれより大きい。基本的には、凹状内面（31）の曲率半径は、検査中の光学構成要素との中心接触を維持するのに十分なように浅くしながらキューベットの調心性が最大となるようにできるだけ急峻に選ばれる。これにより、ヒドロゲルのような光学構成要素（20第1図）が光学構成要素の像を固めるのに通常必要な時間である1/30秒間に動くことのできる距離は最大となる。信頼できる特徴検出を行うために非常に望ましいことは、ヒドロゲルが1フレーム時間内（すなわち1/30秒）に動くことのできる距離を、検出されなければならない最少寸法の特徴より短い距離に制限することである。

本発明のキューベットが本発明の新規な検査装置に用いられる場合には、キューベットの底部分（30）は、光学的に透明なポリカーボネート又はポリスチレン樹脂のような透明な材料で作られ、そしてこのような状況のもとでは、底部分の内面

の曲率半径は第2の目的をもっている。すなわち、この凹状内面(31)の凹曲面はキューベットの底部分(30)の外表面(32)の表面幾何学形状と組合って光学的なパワーを提供する。特に、外表面(32)の表面幾何学形状は、好ましくは凸状であり、収束した光がイメージセンサー装置の入射瞳を実質的に満たし、従って実質的に入射瞳において収束するように選択される。ここで注意されるべき点としては、本発明のキューベットによってもたらされる光学パワーすなわちイメージセンサーの入射瞳を実質的に満たすように光を収束させるパワーは、光源がコリメート光、収束光、発散光のどれを伝達するかに関係なく、本発明の装置の実施例において使用できる。

キューベットの底部分(30)を形成するのに使用した透明材料も、ガラスまたはポリメチルメタクリレートのようなアクリル樹脂材料で作ることができる。

水和コンタクトレンズを検査するようなある特定の状況のもとでは、溶液、特に塩水にレンズを浸した状態に保つのが望ましい。そのような状況下では、本発明のキューベットは溶液を収容できるように構成され得る。第5図を参照すると、これは、“水密”キューベットを提供することにより行われ、キューベットの底部分(30)の側壁(33)は上方へ十分な高さまでのび、液体が漏れたり零れたりせずにキューベット内に収容されるようにしている。

本発明の検査装置を構成する際には、キューベット(16)をコリメート孔構造体(12)から分離して構成するのが望ましい。キューベット(16)をコリメート孔構造体(12)から分離することにより、コリメート孔構造体(12)をカメラのレンズの視野深度にもってこることなしに、カメラ(24)のレンズの焦点を光学構成要素(20)上に合焦させることができる。キューベット(16)とコリメート孔構造体(12)との間隔を所望の値にするため、第1図に示す中空円筒状スペーサ部材(14)がこれら二つの構成要素の間に挿置され得る。好ましくは、このスペーサ部材(14)は好ましくは、高さほぼ2インチ(5.13cm)、内径ほぼ1.25インチ(3.2cm)、外径ほぼ2インチ(5.13cm)であり、また好ましくは、スペーサ部材は内部反射を最少にするため暗灰色樹脂材料で作られる。上記及び第5図に示す寸法はより好ましい寸法である。満足な結果は、これらの好ましい値からの変動が±50%程度、一層好ましくは±25%以下である場合に得られると思われる。第

5において半径R★、すなわちキュベットの底部分の外表面(32)の曲率半径に関して、この寸法は、底部分(30)がポリメチルメタクリレートである場合には好ましくは26.0mmであり、または底部分(30)がポリカーボネートである場合には好ましくは22.3mmである。R★★、すなわち底部分の内表面(31)の曲率半径は好ましくは12.5mmである。

本発明の装置のこの実施例の好ましい配列に関して、イメージセンサー装置はコリメート光構造体(12)、透明なキュベット(16)及び検査すべき光学構成要素(20)のそれぞれの光軸と同軸となるようにこれらの構成要素と光学的に整列される(第2図の光軸(29)参照)。

屈折コリメート光源の使用

本発明の別の実施例においては、光を収束する装置は屈折コリメート光源から成り、この屈折コリメート光源はイルミネータ(任意の光源)及びコリメートレンズから成っている。第6図に示すこの実施例はSTOCKER & YALEモデル13蛍光イルミネータのようなイルミネータ(40)を有し、このイルミネータ(40)はピンホール(41)に光を伝送する。コリメートレンズ(42)は光をコリメートするのに用いられる。ピンホール(41)はコリメートレンズ(42)に対する物体として考えられ、コリメートレンズ(42)はピンホールの像を無限遠で収束させる。

本発明に従って構成した特定の実施例では、ピンホールの直径は500ミクロンであり、またコリメートレンズ(42)は、焦点距離200mmの色消しダブレット(マサチューセッツ州ホリストンのEaling Electro-Optics製のP/N23-9765)であった。当然、当業者には認められるように、イメージセンサー装置で満足な高コントラスト像を得るのに必要であるイルミネータの照射、イメージセンサー装置の感度及びコリメートの度合に関連して直径及び焦点距離を変えることができる。この好ましい実施例で使用した特定のピンホールはニュージャージー州バーリントンのEdmund Scientific Corp製のModel No.39729であった。

好ましくは、上述のキュベットはこの実施例に関して用いられ、コリメート光は試験中の光学構成要素を通過する前にキュベットによって収束される。第6図を参照すると、イメージセンサー装置と光学構成要素との距離が光学構成要素を所望の倍率に拡大するように調整され場合に、キュベット(46)の焦点距離がイ

イメージセンサー装置 (52) のほぼ入射瞳 (51) において光を収束するのに適当となるようにキュベットの曲率半径を選定しなければならない。好ましくは、イルミネータ (40)、ピンホール (41)、コリメートレンズ (42)、キュベット (46)、溶液 (48)、入射瞳 (51)、カメラ (52) 及び CCD (53) は光軸 (49) に沿って光学的に整列される。

屈折収束光源の使用

第 7 図にはコリメート光を使用しない代りの実施例を示す。この実施例では収束レンズ (62) が使用される。イルミネータ (60) からの光は、収束レンズとピンホール (61) との距離を、収束レンズの焦点距離より大きくなるように調整することによって収束レンズ (62) を通して収束するようにされる。そして光は、キュベット (66) の表面及び溶液 (68) を通してさらに収束されて、イメージセンサー装置 (カメラ 64) のほぼ入射瞳 (65) で収束するようにされている。像の高コントラスト特性は、コリメート光を用いた装置の場合と同等である。好ましくは、イルミネータ (60)、ピンホール (61)、収束レンズ (62)、キュベット (66)、溶液 (68)、入射瞳 (65)、カメラ (64) 及び CCD (63) は光軸 (69) に沿って光学的に整列される。

屈折発散光源の使用

別の実施例においては、光の収束は、イルミネータ (任意の光源) 及び発散レンズから成る発散光源からの光の屈折により行われる。特に、第 8 図に示すように、イルミネータ (70) からの光は、ピンホール (71) と発散レンズ (72) の距離が発散レンズ (72) の一つの焦点距離より短くなるようにすることによって発散レンズ (72) を通して発散するようにされる。そして光は、キュベット (76) の表面及び溶液 (78) を通してさらに収束されて、イメージセンサー装置 (カメラ 74) のほぼ入射瞳 (75) で収束するようにされている。こうして上記の高コントラスト像と同様に高コントラスト像が得られる。好ましくは、イルミネータ (70)、ピンホール (71)、発散レンズ (72)、キュベット (76)、溶液 (78)、入射瞳 (75)、カメラ (74) 及び CCD (73) は光軸 (79) に沿って光学的に整列される。

反射コリメート光源の使用

イルミネータからの光がイメージセンサー装置の入射瞳で実質的に収束されなければならないこと及び試験される光学構成要素の像がイメージセンサー装置で収束されなければならないことが判れば、これは上述のように屈折光学系またはコリメート孔構造体だけでなく反射光学系を用いた光源によって達成できる。この実施例は、第9図に示すように反射コリメート光源を有している。

すなわち、第9図には、コリメータとして軸のずれたパラボラミラー (87) が用いられる点を除いて第6図と同様な装置を示す。このミラーは光軸 (89) と整列され、ピンホール (81) はミラーの焦点に軸をずらして配置されている。ピンホールはイルミネータ (80) からの光を受ける。好ましくは、パラボラミラー (87)、キュベット (86)、溶液 (88)、入射瞳 (85)、カメラ (84) 及びCCD (83) は光軸 (89) に沿って光学的に整列される。

反射収束光源の使用

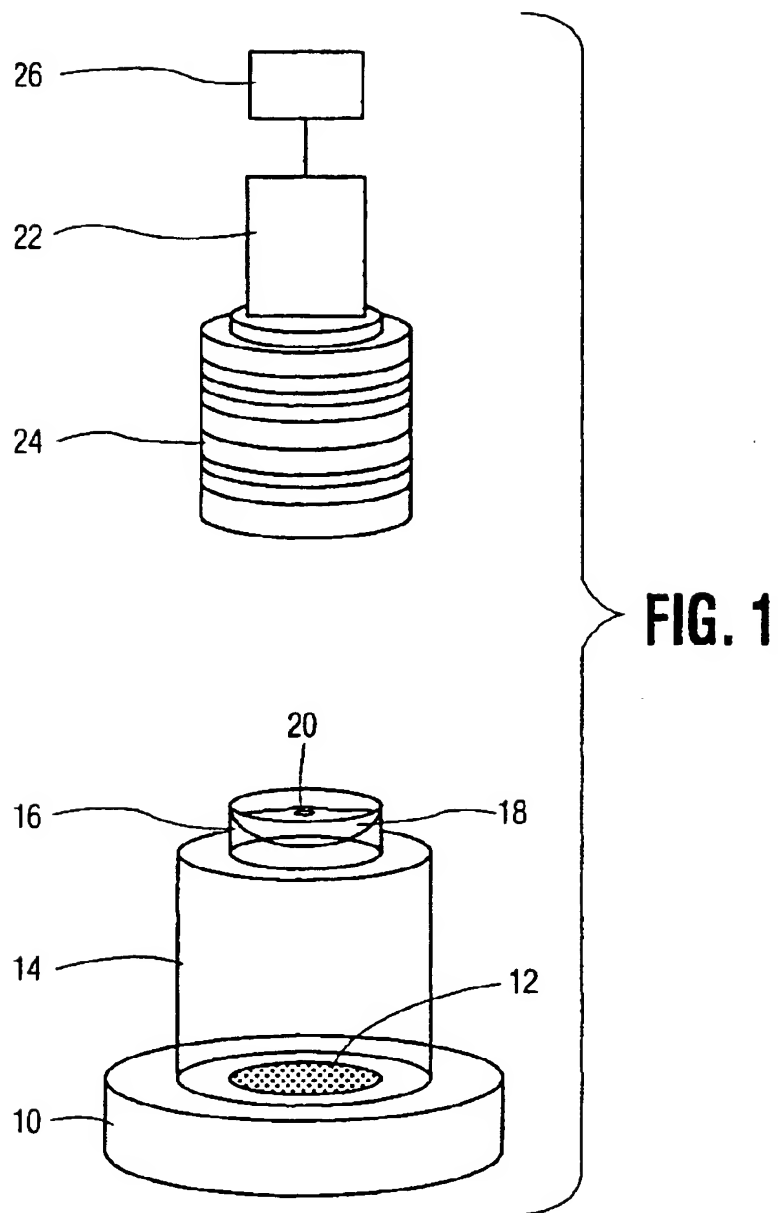
第10図は、ピンホール (91) が軸のずれたパラボラミラー (97) から一焦点距離以上離れている点を除いて第9図と同様である。従って光源は第7図の場合のように収束型である。ピンホール (91) はイルミネータ (90) からの光を受ける。好ましくは、パラボラミラー (97)、キュベット (96)、溶液 (98)、入射瞳 (95)、カメラ (94) 及びCCD (93) は光軸 (99) に沿って光学的に整列される。

反射発散光源の使用

第11図は、ピンホール (101) が軸のずれたパラボラミラー (107) から一焦点距離以内にある点を除いて第9図と同様である。従って光源は第8図の場合のように発散型である。ピンホール (101) はイルミネータ (100) からの光を受ける。好ましくは、パラボラミラー (107)、キュベット (106)、溶液 (108)、入射瞳 (105)、カメラ (104) 及びCCD (103) は光軸 (109) に沿って光学的に整列される。

当業者には明かなように、本発明の精神及び範囲からはずれることなしに、本発明の多くの変更及び変形がなされ得る。上記の特定の実施例は単に例示のためであり、本発明はそれに限定されるものではない。

【図 1】



【図 2】

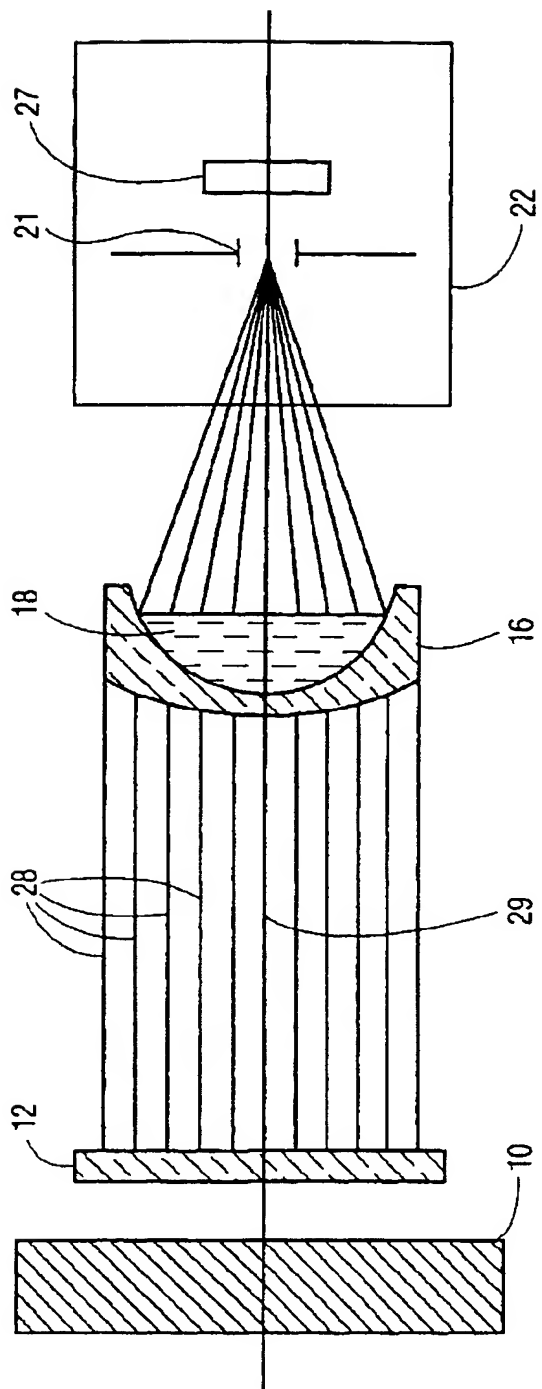


FIG. 2

【図 3】

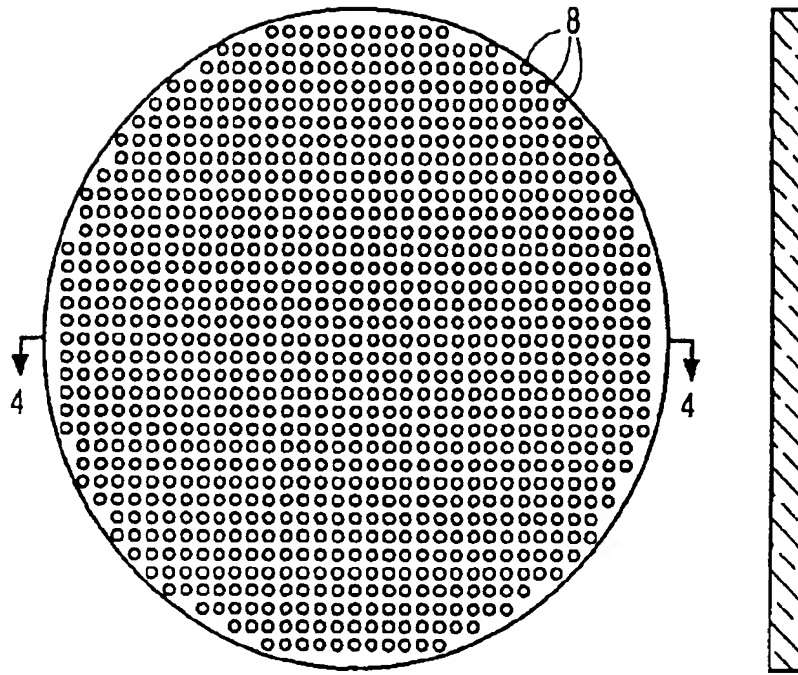


FIG. 3A

FIG. 3B

【図 4】

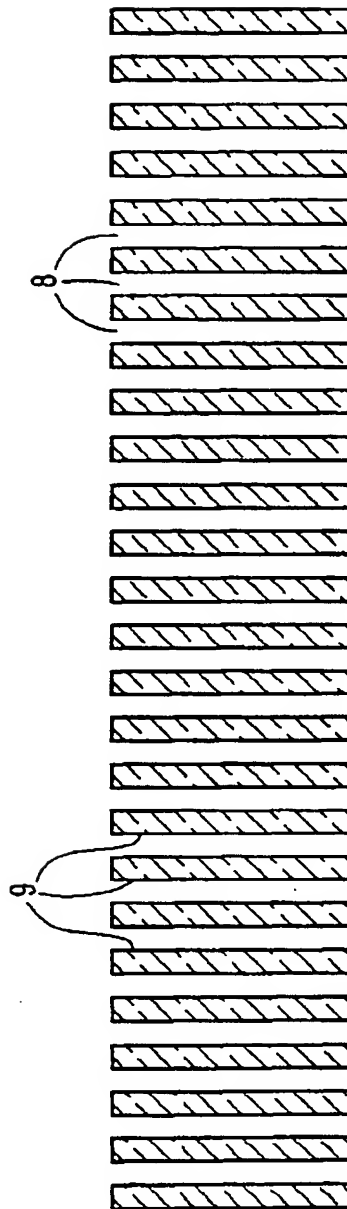


FIG. 4

【図 5】

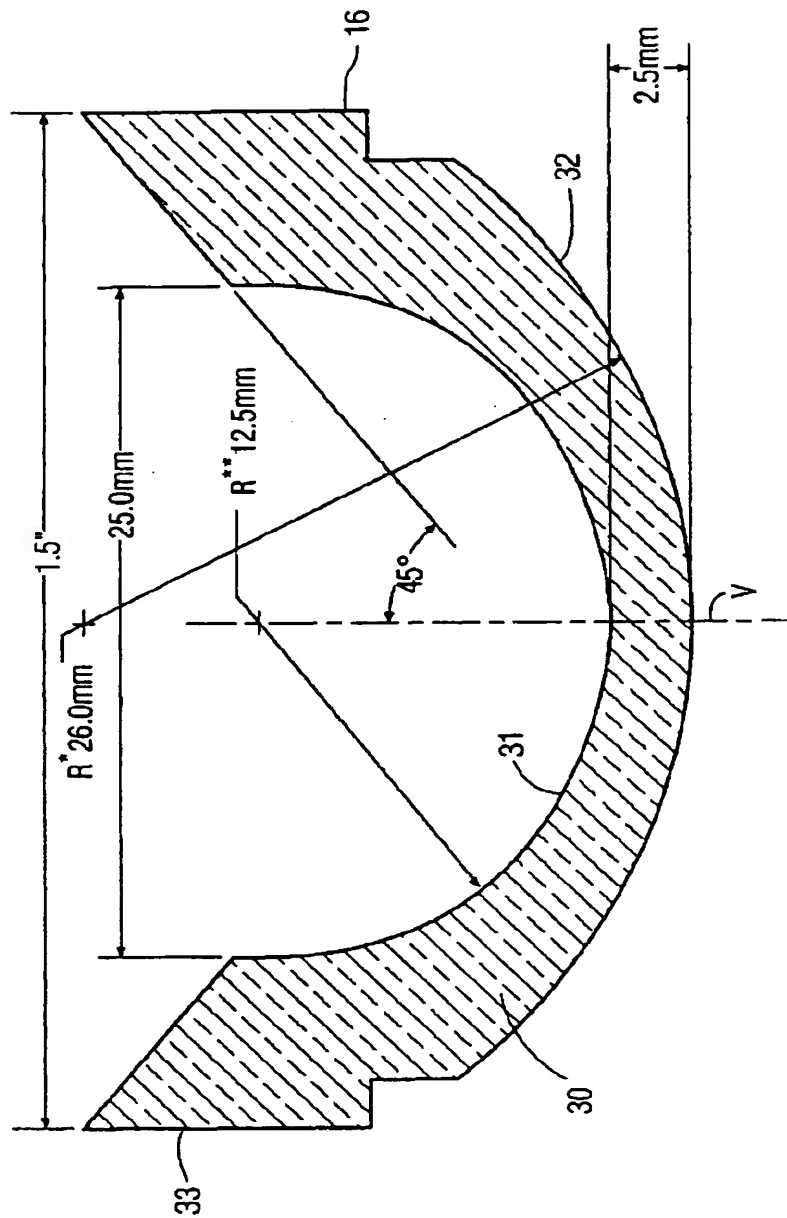


FIG. 5

【图 6】

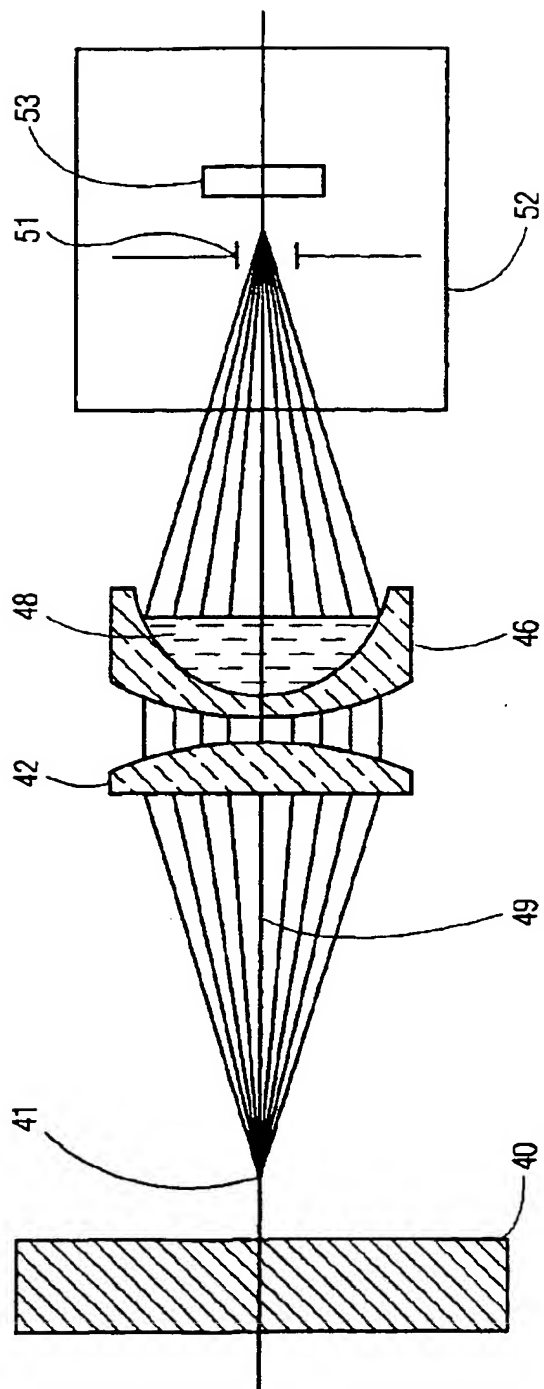


FIG. 6

【図7】

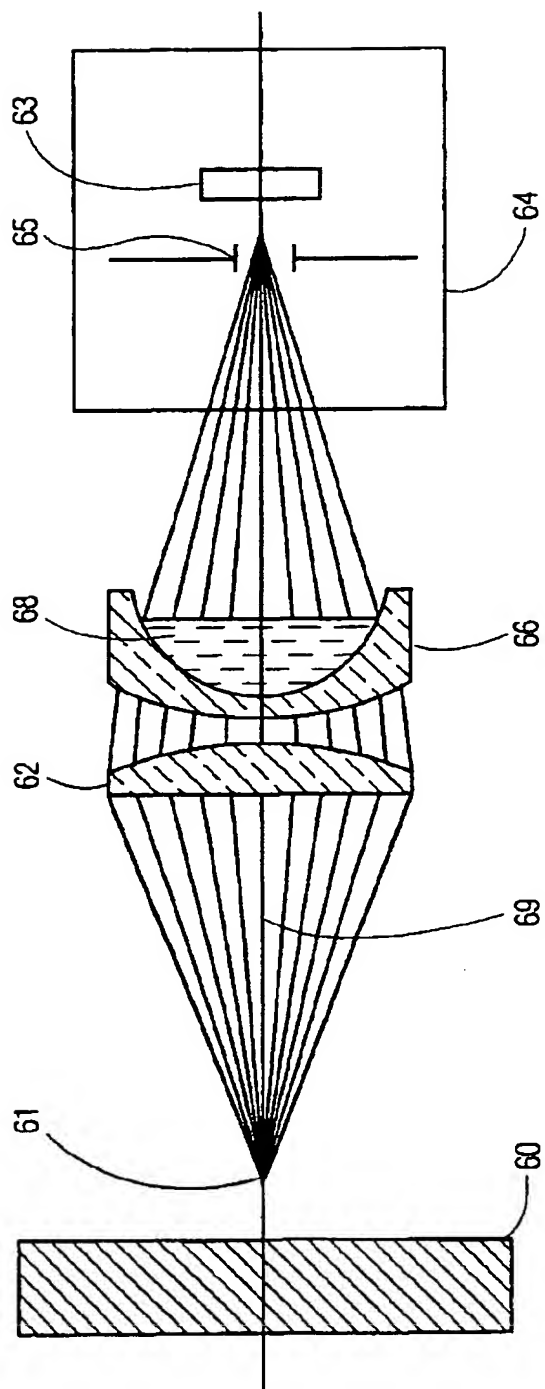


FIG. 7

【図8】

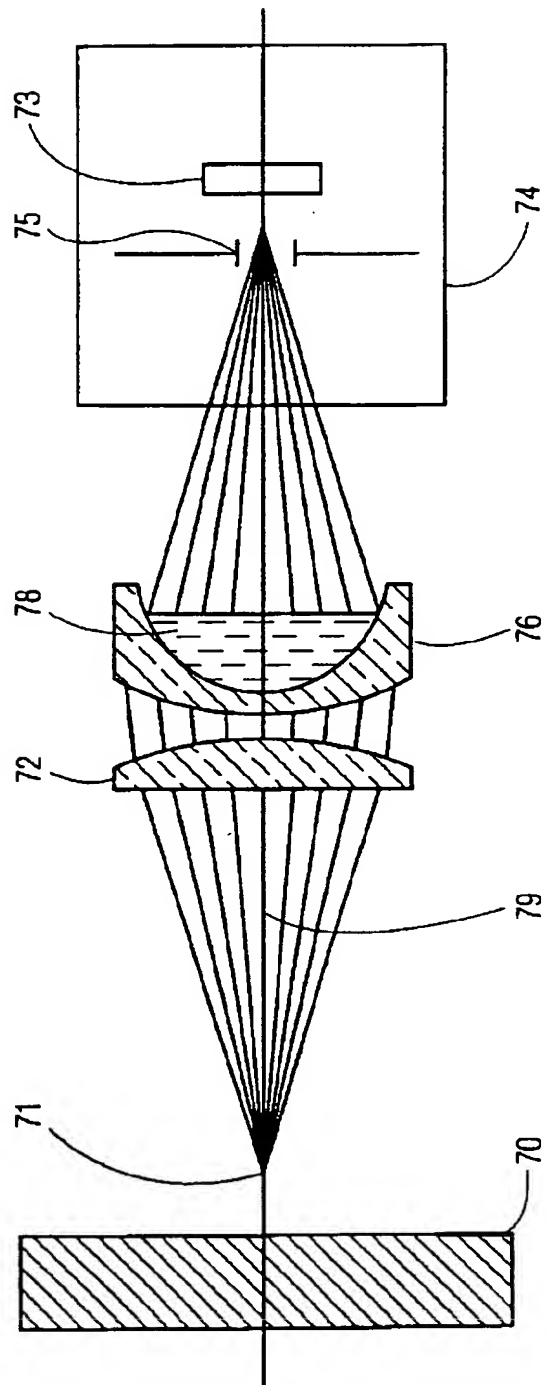


FIG. 8

【图 9】

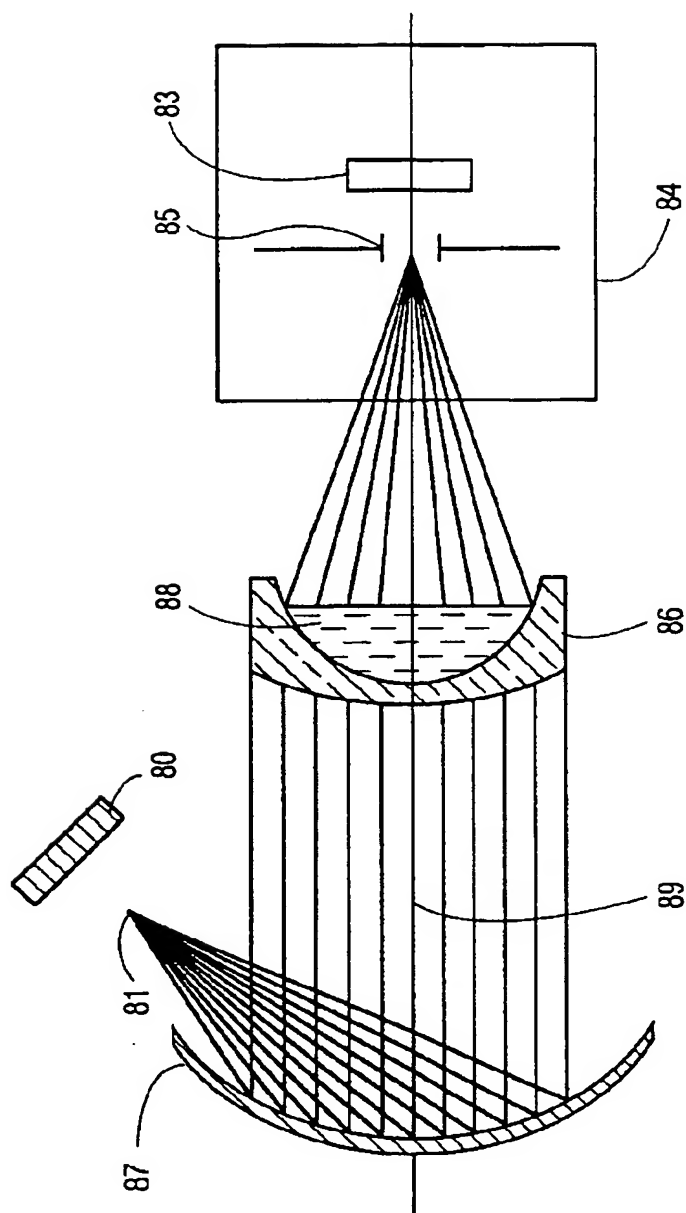


FIG. 9

【図 10】

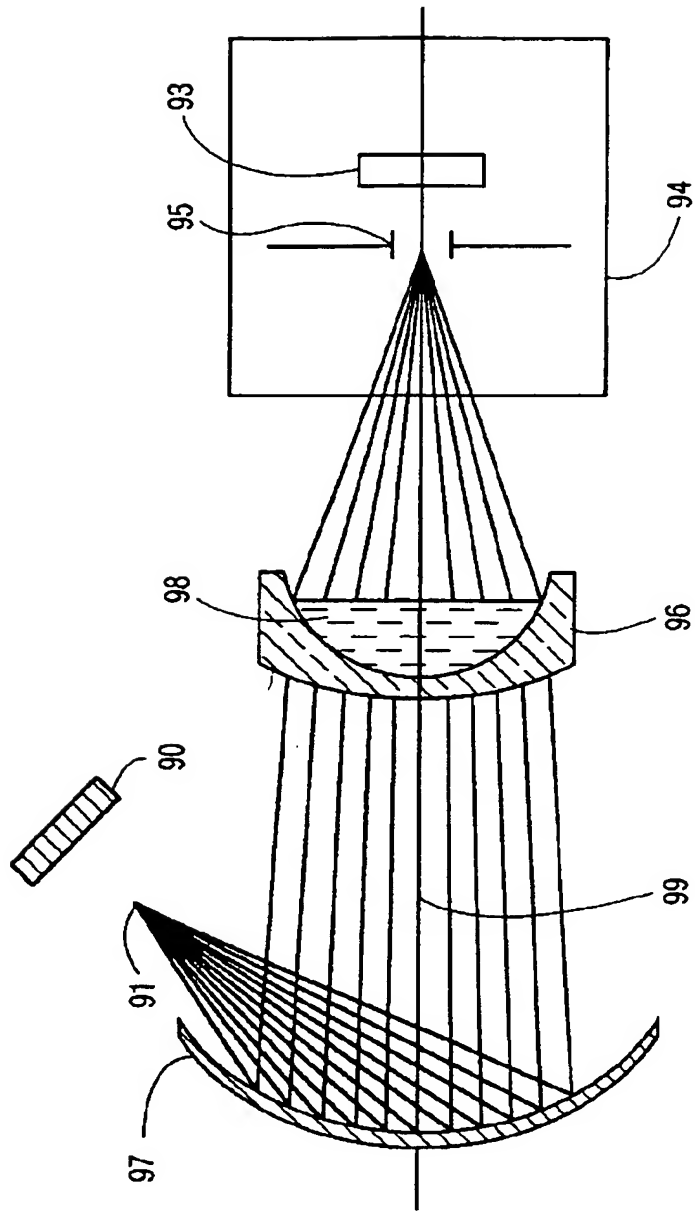


FIG. 10

【図11】

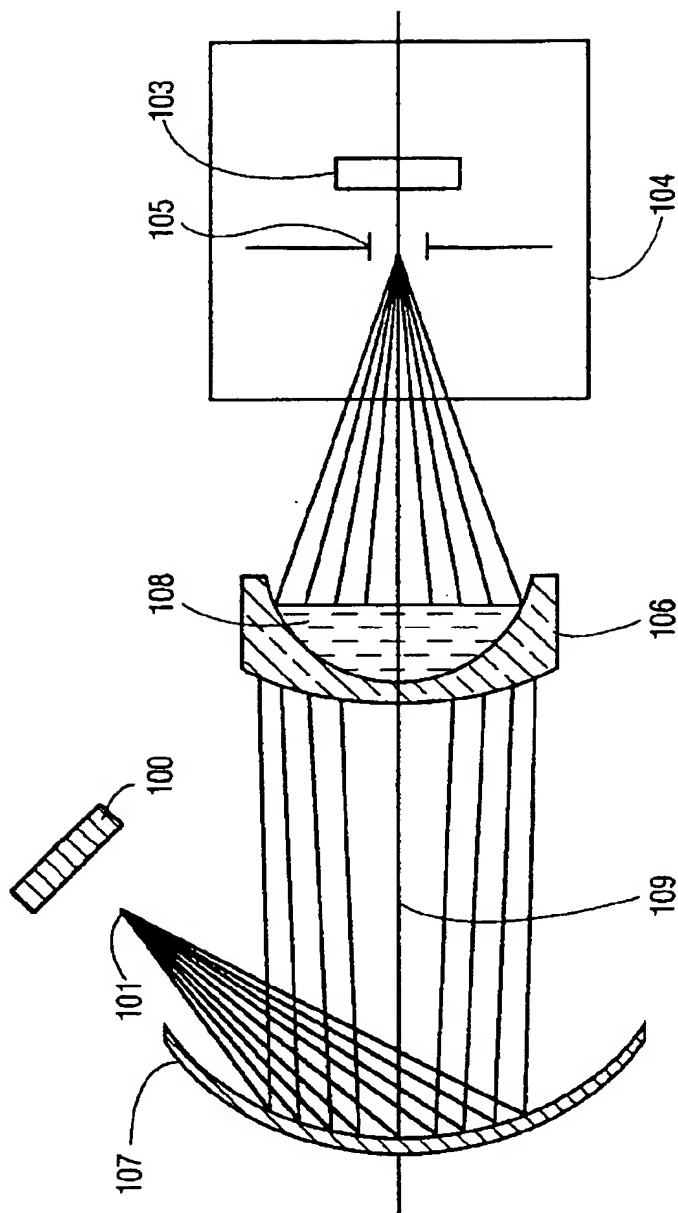


FIG. 11

【手続補正書】特許法第 184 条の 8

【提出日】1995 年 6 月 20 日

【補正内容】

請求の範囲

1. A) 光学構成要素の像を感知する、検出器 (27) を備えたイメージセンサー装置 (22) ; 及び

B) 光学構成要素 (20) を通る光を、イメージセンサー装置の検出器に達する前に収束する収束装置 (12)

を有している光学構成要素の特徴の高コントラスト像を形成する装置において、光の収束装置が光学構成要素全体を通過する光を収束して、光学構成要素全体の特徴の高コントラスト像を形成することを特徴とする装置。

2. イメージセンサー装置が入射瞳 (21) を備え、光がイメージセンサー装置のほぼ入射瞳で収束する請求の範囲 1 に記載の装置。

3. 光が入射瞳をほぼ満す請求の範囲 2 に記載の装置。

4. 光が入射瞳を実質的過剰に満たさない請求の範囲 3 に記載の装置。

5. 収束装置が反射型かまたは屈折型である請求の範囲 1 に記載の装置。

6. 光の収束装置が、コリメートレンズ (42) を備えた屈折コリメート光源を有している請求の範囲 1 に記載の装置。

7. 光の収束装置が、収束レンズ (62) を備えた屈折収束光源を有している請求の範囲 1 に記載の装置。

8. 光の収束装置が、発散レンズ (72) を備えた屈折発散光源を有している請求の範囲 1 に記載の装置。

9. 光の収束装置が、光学ミラー (87) を備えた反射コリメート光源を有している請求の範囲 1 に記載の装置。

10. 光の収束装置が、光学ミラー (97) を備えた反射収束光源を有している請求の範囲 1 に記載の装置。

11. 光の収束装置が、光学ミラーを備えた反射発散光源を有している請求の範囲 1 に記載の装置。

12. 光の収束装置が、コリメート光を伝送する光源を有している請求の範囲 1 に

記載の装置。

13. コリメート光の伝送が、多数の平行孔（８）を備えた部材を利用して行われる請求の範囲12に記載の装置。

14. 多数の平行孔（８）が、暗色の内壁（９）によって形成される請求の範囲13に記載の装置。

15. 多数の平行孔（８）が、不透明な材料から成る内壁（９）によって形成される請求の範囲13に記載の装置。

16. 多数の平行孔（８）が、光吸収性材料から成る内壁（９）によって形成される請求の範囲13に記載の装置。

17. 内壁（９）が、黒色不透明ガラスから成る内壁によって形成される請求の範囲16に記載の装置。

18. 多数の平行孔（８）が、30：1またはそれより大きいアスペクト比をもつ請求の範囲13に記載の装置。

19. 多数の平行孔（８）の直径が10～30 μm の範囲である請求の範囲13に記載の装置。

20. 多数の平行孔（８）が、高さ1～2mmの範囲、直径10～30 μm の範囲の円筒形である請求の範囲13に記載の装置。

21. イメージセンサー装置（22）が、光の収束装置（12）及び光学構成要素のそれぞれの軸線（49）とほぼ同軸となるように光の収束装置及び光学構成要素と光学的に整列される請求の範囲 1 に記載の装置。

22. イメージセンサー装置（22）が、像信号を発生するビデオカメラ（22）を備えている請求の範囲 1 に記載の装置。

23. ビデオカメラ（22）が、個々のセンサーのアレイを含むイメージセンサー（27）を有し、各個々のセンサーが光エネルギーを電気エネルギーに変換できる請求の範囲22に記載の装置。

24. 光をコリメートする装置（12）が、内壁（９）で形成された平行孔（８）をもつ部材を有し、平行孔の数がイメージセンサー装置における個々のセンサーの数より多い請求の範囲23に記載の装置。

25. さらにビデオカメラ (22) から受けた像信号を分析する電子像形成装置 (26) を有し、上記電子像形成装置が、光学構成要素に現れる特徴に相応したビデオカメラからの信号における像特性を検出する装置を備えている請求の範囲22に記載の装置。

26. 光学構成要素 (20) が、透明材料から成る底部分を備えたキュベット (16) 内に収容される請求の範囲 1 に記載の装置。

27. キュベット (16) の底部分が樹脂製である請求の範囲26に記載の装置。

28. キュベット (16) の底部分が凹状内面 (31) を備えている請求の範囲26に記載の装置。

29. キュベットの底部分の凹状内面 (31) が、底部分の凹状内面に密接するようにされる光学構成要素の特定表面の曲率半径に少なくとも等しい曲率半径をもつ請求の範囲28に記載の装置。

30. キュベットの底部分が更に、底部分の凹状内面 (31) に隣接した凸状外面 (32) を備え、収束された光の像がイメージセンサー装置の入射瞳をほぼ満たすようにこの凸状外面の幾何学形状を選択した請求の範囲28に記載の装置。

31. 光学構成要素 (20) が、キュベットに入れた流体に浸される請求の範囲30に記載の装置。

32. 検査すべき光学構成要素 (20) がコンタクトレンズである請求の範囲 1 ～ 4、12、21～23または26～31のいずれか一項に記載の装置。

33. 検査すべき光学構成要素 (20) がコンタクトレンズである請求の範囲13～20または24～25のいずれか一項に記載の装置。

34. 凹状湾曲内面 (31) を備えた底部分を有し、凹状湾曲内面が、底部分の凹状内面に密接するようにされる光学構成要素の特定表面の曲率半径に等しいまたはそれより大きい曲率半径をもつことを特徴とする光学構成要素を適当な位置に保持し配置するキュベット (16) 。

35. 凹状内面 (31) を備えた底部分を有し、底部分が透明材料から成ることを特徴とする光学構成要素を適当な位置に保持し配置するキュベット (16) 。

36. 底部分が樹脂材料から成る請求の範囲35に記載のキュベット (16) 。

37. 底部分の凹状内面 (31) が、底部分の凹状内面に密接するようにされる光学構成要素の特定表面の曲率半径に等しいまたはそれより大きい曲率半径をもつ請求の範囲35に記載のキュベット。

38. 流体を収容できる請求の範囲37に記載のキュベット。

39. 光学構成要素 (20) がコンタクトレンズである請求の範囲34～38のいずれか

一項に記載のキュベット。

40. 光学構成要素 (20) を通って検出器を備えたイメージセンサー装置 (22) に向って収束光を伝送し、イメージセンサー装置の検出器に到達する前に光を収束して光学構成要素の特徴の高コントラスト像を形成する方法において、光学構成要素全体を通して収束光を伝送し、それにより光学構成要素全体の特徴の高コントラスト像を形成することを特徴とする方法。

41. イメージセンサー装置 (22) が入射瞳 (21) を備え、光がイメージセンサー装置のほぼ入射瞳で収束する請求の範囲40に記載の方法。

42. 光学構成要素 (20) を通って検出器 (27) を備えたイメージセンサー装置 (22) に向って収束光を伝送し、イメージセンサー装置の検出器に到達する前に光を収束してイメージセンサー装置上に光学構成要素の特徴の高コントラスト像を形成することから成る光学構成要素の検査方法において、光学構成要素全体を通して収束光を伝送し、それにより光学構成要素全体の特徴の高コントラスト像を形成することを特徴とする方法。

43. イメージセンサー装置 (22) が入射瞳 (21) を備え、光がイメージセンサー装置のほぼ入射瞳で収束する請求の範囲42に記載の方法。

44. 検査すべき光学構成要素 (20) を通ってイメージセンサー装置 (22) に向ってコリメート光を伝送し、イメージセンサー装置上に光学構成要素の特徴の高コントラスト像を形成することから成る光学構成要素の特徴の高コントラスト像の形成方法において、光学構成要素全体を通してコリメート光を伝送し、それにより光学構成要素全体の特徴の高コントラスト像を形成することを特徴とする方法。

。

45. 検査すべき光学構成要素 (20) を通ってイメージセンサー装置 (22) に向っ

てコリメート光を伝送し、イメージセンサー装置上に光学構成要素の特徴の高コントラスト像を形成することから成る光学構成要素の検査方法において、光学構成要素全体を通してコリメート光を伝送し、それにより光学構成要素全体を検査することを特徴とする方法。

46. 不透明ガラスから成る構造体（12）における多数の平行孔（8）を通して光を伝送し、構造体を離れて検査すべき光学構成要素（20）を通り、そしてイメ

ージセンサー装置（22）に向って光を通し、イメージセンサー装置上に光学構成要素の特徴の高コントラスト像を形成することから成ることを特徴とする光学構成要素の検査方法。

47. 不透明な構造体（12）が暗色不透明ガラスから成る請求の範囲46に記載の方法。

48. 光学構成要素がコンタクトレンズである請求の範囲40～43のいずれか一項に記載の方法。

49. 光学構成要素がコンタクトレンズである請求の範囲44～47のいずれか一項に記載の方法。

50. 光学構成要素が眼内レンズである請求の範囲 1～4、12、21～23または25～31のいずれか一項に記載の装置。

51. 光学構成要素が眼内レンズである請求の範囲13～20または24のいずれか一項に記載の装置。

52. 光学構成要素が液体に浸される請求の範囲48に記載の方法。

53. イメージセンサー装置がカメラ（22）から成る請求の範囲 1～4、12、21～23または25～32のいずれか一項に記載の装置。

54. 請求の範囲40～43のいずれか一項に記載の方法に従って検査された光学構成要素。

55. 請求の範囲40～43のいずれか一項に記載の方法に従って検査されたコンタクトレンズ。

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int. Application No PCT/US 94/08218	
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 6 G01M11/02	
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC	
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 6 G01M	
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched	
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)	
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT	
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages A PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 7, no. 38 (P-176) (1183) 16 February 1983 & JP,A,57 190 246 (CANON K.K.) 22 November 1982 see abstract --- A PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 5, no. 1 (P-043) 8 November 1991 & JP,A,55 134 339 (CANON INC.) 20 October 1980 see abstract -----
	Relevant to claim No. 1,2,6,40 1,2,6,40
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C.	
<input type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.	
* Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family	
Date of the actual completion of the international search 6 December 1994	Date of mailing of the international search report 13. 12. 94
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.O. 5218 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+ 31-70) 340-3016	Authorized officer ZAFIROPOULOS, N

フロントページの続き

(81)指定国 EP(AT, BE, CH, DE,
DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, M
C, NL, PT, SE), OA(BF, BJ, CF, CG
, CI, CM, GA, GN, ML, MR, NE, SN,
TD, TG), AP(KE, MW, SD), AM, AU,
BB, BG, BR, BY, CA, CN, CZ, FI, G
E, HU, JP, KG, KR, KZ, LK, LT, LV
, MD, MG, MN, NO, NZ, PL, RO, RU,
SI, SK, TJ, TT, UA, US, UZ, VN